

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-188003

(43)Date of publication of application : 10.07.2001

(51)Int.Cl.

G01B 7/30
G01D 5/245

(21)Application number : 2000-055923

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 28.02.2000

(72)Inventor : HAMAOKA TAKASHI
KUBOTA TAKAMITSU
KONO YOSHIYUKI

(30)Priority

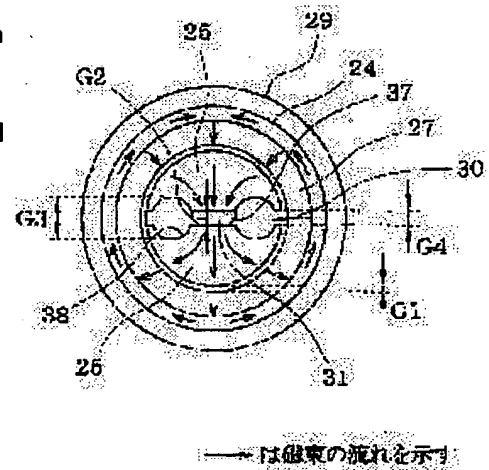
Priority number : 11298997 Priority date : 21.10.1999 Priority country : JP
11182454 28.06.1999 JP

(54) ROTATIONAL ANGLE DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enlarge the output of a magnetism detection element by allowing the magnetic flux flowing a stator core of a rotational angle detecting device to efficiently crosslink the magnetism detection element inside the stator core.

SOLUTION: Related to a stator core 25, a magnetic flux detecting part 37 is formed at the central part of a gap part 30 penetrating radially, and the magnetic flux detecting part 30 is provided with a hole 31. A large gap part 38 is formed on both sides of the magnetic flux detecting part 37, with a gap G3 of each large gap part 38 larger than a gap G2 of magnetic flux detecting part 37. Thus, the magnetic flux flowing the stator core 25 is concentrated in the magnetic flux detecting part 37 so that the magnetic flux density crosslinking the hole 31 is enlarged, resulting in the higher output of the hole 31. The large gap part 38 is so formed that a gap G4 on the outer peripheral side of the stator core 25 is narrow while the gap G4 is desired to be larger than an air gap G1 between a permanent magnet 27 and the stator core 25.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3491596

[Date of registration] 14.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-188003

(P2001-188003A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 B 2 F 0 6 3
G 0 1 D 5/245		G 0 1 D 5/245	H 2 F 0 7 7
			X

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-55923(P2000-55923)
(22) 出願日 平成12年2月28日 (2000.2.28)
(31) 優先権主張番号 特願平11-298997
(32) 優先日 平成11年10月21日 (1999.10.21)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平11-182454
(32) 優先日 平成11年6月28日 (1999.6.28)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(72) 発明者 濱岡 孝
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(72) 発明者 久保田 貴光
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(74) 代理人 100098420
弁理士 加古 宗男

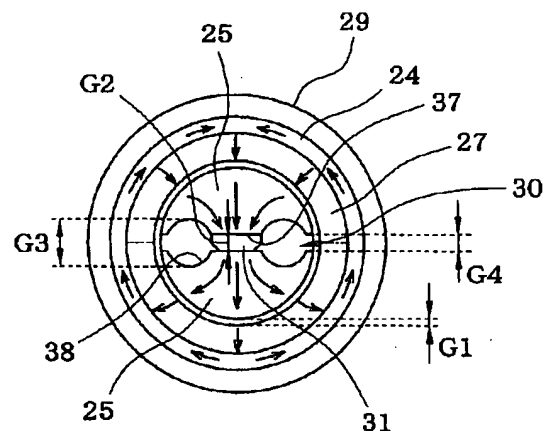
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転角検出装置

(57) 【要約】

【課題】 回転角検出装置のステータコアを流れる磁束を、ステータコア内部の磁気検出素子に効率良く鎖交させて、磁気検出素子の出力を大きくする。

【解決手段】 ステータコア25を直径方向に貫通するギャップ部30の中央部に磁束検出部37を形成し、この磁束検出部37にホールIC31を配置する。磁束検出部37の両側には、大ギャップ部38を形成し、各大ギャップ部38のギャップG3を磁束検出部37のギャップG2よりも大きくする。これにより、ステータコア25を流れる磁束を磁束検出部37に集中させて、ホールIC31に鎖交する磁束密度を大きくすることで、ホールIC31の出力を大きくする。尚、大ギャップ部38は、ステータコア25外周側のギャップG4が狭くなるように形成し、且つ、該ギャップG4は、永久磁石27とステータコア25とのエアギャップG1よりも大きく形成すると良い。



→ は磁束の流れを示す

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検出物の回転に応じて回転するロータコアと、

前記ロータコアに固定された永久磁石と、
前記ロータコアと同軸状に配置されたステータコアと、
前記ステータコアの内部に形成されたギャップ部に配置され、該ギャップ部を通過する磁束密度に応じた信号を出力する磁気検出素子とを備え、
前記磁気検出素子の出力信号に基づいて前記被検出物の回転角を検出する回転角検出装置であって、
前記ステータコア内部のギャップ部を、ギャップの小さい磁束検出部と、該磁束検出部に磁束を集中させる大ギャップ部とから構成し、前記磁気検出素子を前記磁束検出部に配置したことを特徴とする回転角検出装置。

【請求項2】 前記磁束検出部は、前記ステータコアの中央部に形成され、前記磁束検出部の両側にそれぞれ前記大ギャップ部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の回転角検出装置。

【請求項3】 前記大ギャップ部は、前記ステータコアの外周側でギャップが狭くなるように形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の回転角検出装置。

【請求項4】 前記大ギャップ部のうちの前記ステータコア外周側のギャップは、該ステータコア外周のエアギャップよりも大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項3に記載の回転角検出装置。

【請求項5】 前記大ギャップ部は、曲面状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の回転角検出装置。

【請求項6】 前記ステータコアは、外周側から前記磁束検出部に向かって軸方向寸法が狭くなるように形成されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の回転角検出装置。

【請求項7】 被検出物の回転に応じて回転するロータコアと、

前記ロータコアに固定された永久磁石と、
前記ロータコアと同軸状に配置されたステータコアと、
前記ステータコアの内部に形成されたギャップ部に配置され、該ギャップ部を通過する磁束密度に応じた信号を出力する磁気検出素子とを備え、
前記磁気検出素子の出力信号に基づいて前記被検出物の回転角を検出する回転角検出装置であって、
前記ステータコアは、外周側から前記磁気検出素子に向かって軸方向寸法が狭くなるように形成されていることを特徴とする回転角検出装置。

【請求項8】 前記ロータコアに複数の永久磁石を互いに磁界が反発し合うように設けたことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の回転角検出装置。

【請求項9】 前記ロータコアの内周側のうちの前記永久磁石の近傍部分には、該永久磁石の両極と前記ステータ

タコアとの間の磁束の短絡を防止するための空隙部が形成されていることを特徴とする請求項8に記載の回転角検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気検出素子を用いて被検出物の回転角を検出する回転角検出装置に関するものである。

【0002】

10 【従来の技術】従来より、ホール素子等の磁気検出素子を用いて被検出物の回転角を検出する回転角検出装置が知られている（例えば、特公平10-2842482号公報、特開平8-35809号公報、PCT:WO98/0806号公報、米国特許第5861745号公報、ドイツ：第19634281号公開特許公報参照）。例えば、内燃機関のスロットルバルブの開度（スロットル開度）を検出する回転角検出装置は、図11に示すように、スロットルバルブ（図示せず）と一体的に回転する円筒状のロータコア11の内周側に、ステータコア12が同軸状に配置されている。ロータコア11の内周部には、2個の円弧状の永久磁石13がステータコア12を挟んで対向するように固定されている。一方、ステータコア12の内部には、一定幅の磁束検出ギャップ14が直径方向に貫通するように形成され、この磁束検出ギャップ14の中央部にホールIC等の磁気検出素子15が配置されている。

【0003】この構成では、ロータコア11の回転角に応じてステータコア12の磁束検出ギャップ14を通過する磁束密度（磁気検出素子15に鎖交する磁束密度）が変化し、その磁束密度に応じて磁気検出素子15の出力が変化するため、この磁気検出素子15の出力からロータコア11の回転角（スロットルバルブの回転角）を検出するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来構造では、ステータコア12の直径方向に一定幅の磁束検出ギャップ14を貫通するように形成し、この磁束検出ギャップ14の中央部に磁気検出素子15を配置しているため、磁束検出ギャップ14の中央部を通過する磁束のみが磁気検出素子15に鎖交し、その両側を通過する磁束は磁気検出素子15に鎖交しない。このため、磁束検出ギャップ14を通過する全体の磁束量に対して磁気検出素子15に鎖交する磁束の割合が少なくなってしまう、磁気検出素子15の出力が小さくなってしまう。その結果、磁気検出素子15の出力信号の増幅率を大きくする必要があり、その分、信号増幅回路の構成が複雑化してコスト高になる。しかも、信号増幅率を大きくすると、温度変化による磁気検出素子15の出力変化も大きく増幅されてしまい、温度変化の影響を受けやすくなって、回転角の検出精度が低下するという欠点もある。

【0005】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、ステータコアを流れる磁束のできるだけ多くを磁気検出素子に鎖交させることができ、磁気検出素子の出力を大きくすることができ、回転角の検出精度を向上できると共に、信号増幅回路の構成を簡素化してコストダウンすることができる回転角検出装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の回転角検出装置では、ステータコア内部のギャップ部を、ギャップの小さい磁束検出部と、該磁束検出部に磁束を集中させる大ギャップ部とから構成し、磁気検出素子を磁束検出部に配置するようにしている。

【0007】この構成では、ステータコアを流れる磁束は、ステータコア内部のギャップ部のうち、ギャップの小さい磁束検出部に集中するため、この磁束検出部に配置された磁気検出素子には、ステータコアを流れる磁束の多くが鎖交するようになり、磁気検出素子の出力信号の増幅率を小さくすることができ、温度変化による磁気検出素子の出力変化の影響を小さく抑えることができ、回転角の検出精度を向上できる。しかも、磁気検出素子の出力信号の増幅率を小さくできれば、その分、信号増幅回路の構成を簡素化して低コスト化することもできる。

【0008】この場合、請求項2のように、磁束検出部をステータコアの中央部に形成し、磁束検出部の両側にそれぞれ大ギャップ部を形成するようにすると良い。このようにすれば、磁束検出部の両側から均等に磁束を集めることができるため、ステータコアを流れる磁束を効率良く磁束検出部に集中させることができる。

【0009】また、請求項3のように、大ギャップ部は、ステータコアの外周側でギャップが狭くなるように形成すると良い。つまり、大ギャップ部のうちのステータコア外周側のギャップを狭くすれば、その分、ステータコアの外周面（磁束を受ける面）の面積を広くすることができる。これにより、永久磁石からの磁束をより多くステータコアに流すことができ、磁束検出部を通過する磁束（磁気検出素子に鎖交する磁束）を更に多くすることができる。

【0010】この場合、仮に、大ギャップ部のうちのステータコア外周側のギャップを、ステータコア外周のエアギャップよりも小さく形成すると、後述する理由により、磁束検出部を通過する磁束密度が0になる回転角【図4の位置からロータコアが±90°回転した位置】の付近で、回転角に対する磁束密度変化特性の直線性（磁気検出素子の出力変化特性の直線性）を確保できなくなり、回転角の検出精度が低下する。

【0011】そこで、請求項4のように、大ギャップ部

のうちのステータコア外周側のギャップを、該ステータコア外周のエアギャップよりも大きく形成すると良い。このようにすれば、磁束検出部を通過する磁束密度が0になる回転角の付近でも、回転角に対して磁束密度を直線的に変化させることができ、磁気検出素子の出力変化特性の直線性を向上でき、回転角の検出精度を向上できる。

【0012】また、請求項5のように、大ギャップ部は、曲面状に形成すると良い。このようにすれば、大ギャップ部周辺で磁束が乱れることなく流れて、磁束検出部に磁束をスムーズに集中させることができ、磁束検出部における磁束密度増大効果をより向上させることができる。

【0013】また、請求項6、7のように、ステータコアは、外周側から磁束検出部（磁気検出素子）に向かって軸方向寸法が狭くなるように形成しても良い。このようにすれば、ステータコアを流れる磁束を軸方向でも磁気検出素子に集中させることができると共に、永久磁石に対向するステータコアの外周部の軸方向寸法を拡大して、永久磁石からの磁束をステータコアの外周部で受けやすくすることができる。これにより、各部件の軸方向の組立誤差や振動により永久磁石とステータコアとの軸方向の相対位置がずれたとしても、永久磁石からの磁束をステータコアの外周部で安定して受けることができ、磁気検出素子に鎖交する磁束が軸方向の組立誤差や振動で変化することを防止できる。これにより、軸方向の組立誤差や振動に対しても、安定した出力特性を得ることができ、上述した磁束集中効果と相俟って、回転角の検出精度を向上できる。

【0014】ところで、本発明の回転角検出装置は、後述する実施形態（1）～（4）のように、永久磁石の磁極面をステータコアの外周面に対向させ、永久磁石の磁極面からステータコアに磁束が直接流れるようにしても良いが、請求項8のように、ロータコアに複数の永久磁石を互いに磁界が反発し合うように設け、各永久磁石の磁束がロータコアを通過して、ロータコアとステータコアとのギャップを通過してステータコア内に流れるように構成しても良い。

【0015】この構成では、永久磁石の磁極面をステータコアの外周面に対向させる必要がなくなるため、永久磁石を成形しやすい形状（例えば平板状）に形成して、簡単な着磁法（例えば平行着磁）で着磁することができ、永久磁石を低コスト化できると共に、永久磁石の製造ばらつきを少なくできる。これにより、永久磁石の製造ばらつきに起因する磁気検出素子の出力誤差を小さくでき、回転角の検出精度を向上できる。しかも、永久磁石は、磁束がロータコアに流れる位置に配置すれば良く、ロータコアの内周側に磁石を配置する必要がないため、ロータコアの径方向寸法を小さくすることができ、回転角検出装置を小型化できると共に、ヨークにおける

磁石の配置場所を比較的自由に選択でき、設計の自由度も高めることができる。

【0016】この場合、請求項9のように、ロータコアの内周側のうちの永久磁石の近傍部分に、該永久磁石の両極とステータコアとの間の磁束の短絡を防止するための空隙部を形成すると良い。このようにすれば、永久磁石の磁束の短絡を空隙部によって防止でき、磁束の短絡による検出精度の低下（検出磁束密度の低下）を防ぐことができる。

【0017】

【発明の実施の形態】〔実施形態（1）〕以下、本発明の実施形態（1）を図1乃至図5に基づいて説明する。

【0018】まず、図1乃至図4に基づいて回転角検出装置全体の構成を説明する。回転角検出装置の本体ハウジング21には、スロットルバルブ等の被検出物の回転軸22が軸受23を介して回転自在に挿通支持されている。この回転軸22の先端部（右端部）には、円筒カップ状のロータコア24がかしめ等により固定され、このロータコア24の内周側に、ステータコア25が同軸状に配置されている。ロータコア24とステータコア25は共に鉄等の磁性材料で形成されている。

【0019】図2（a）に示すように、ロータコア24の内周部には、円筒状の永久磁石27が取り付けられている。この永久磁石27は、接着、樹脂モールド等によりロータコア24に同心状に固定され、永久磁石27の内周面とステータコア25の外周面との間に均一なエアギャップG1が形成されている。永久磁石27は、磁石内部の磁力線の向きがラジアル方向（径方向）となるように着磁（ラジアル着磁）され、永久磁石27の上半部は、内周側がN極、外周側がS極となるように着磁され、永久磁石27の下半部は、外周側がN極、内周側がS極となるように着磁されている。尚、永久磁石27は、上半部と下半部を2分割して、2個の磁石で円筒状の磁石を構成しても良い。この永久磁石27は、磁石内部の磁力線が互いに平行となるように着磁（平行着磁）しても良い。

【0020】また、ロータコア24の左側面部には、磁束の短絡を防止するための複数の貫通孔28が回転軸22を取り巻くように形成されている（図3参照）。ロータコア24の外周部は樹脂29でモールドされている。

【0021】一方、ステータコア25は上下に2分割され、両者の間隔が樹脂製のスペーサ32によって規制されることで、直径方向に貫通するギャップ部30が形成されている。このギャップ部30の中央部には、平行磁場を形成するための磁束検出部37が所定のギャップG2で形成されている。この磁束検出部37に後述するホールIC31が配置されるため、磁束検出部37の長さ寸法は、ホールIC31の幅寸法とほぼ同一又はそれ以上に設定すれば良い。本実施形態（1）では、磁束検出部37を通過する磁束密度をできるだけ高めるために、

磁束検出部37の長さ寸法は、ホールIC31の幅寸法とほぼ同一に設定されている。

【0022】この磁束検出部37の両側には、上下方向に円弧状に窪んだ大ギャップ部38が形成され、各大ギャップ部38のギャップG3が、磁束検出部37のギャップG2よりも大きく形成されている。これにより、ステータコア25を流れる磁束は、大ギャップ部38を通過せずに、磁束検出部37に集中して流れる（図4参照）。

10 【0023】また、大ギャップ部38は、前述したように円弧状に形成することで、ステータコア25の外周側のギャップG4が狭くなるように形成され、且つ、該ギャップG4は、永久磁石27とステータコア25とのエアギャップG1よりも大きく形成されている。

【0024】磁束検出部37に配置されたホールIC31は、ホール素子（磁気検出素子）と信号増幅回路とを一体化したICであり、磁束検出部37を通過する磁束密度（ホールIC31に鎖交する磁束密度）に応じた電圧信号を出力する。尚、ホールIC31は、磁束密度に対する出力ゲイン調整、オフセット調整、温度特性の補正のプログラムを外部から電気トリミングする機能を有したり、断線、ショートの自己診断機能を有していても良い。ホールIC31は、樹脂製のスペーサ32によって位置決めされ、ホールIC31の端子がスペーサ32内を通してコネクタピン33に溶接等により接続されている。このコネクタピン33、ステータコア25、スペーサ32等を樹脂でモールド成形することで、コネクタハウジング34が形成されている。

30 【0025】このコネクタハウジング34の左側面には、ステータコア25と同心状に環状凹部35が形成され、この環状凹部35に本体ハウジング21の右端縁部36を圧入、接着等により固定することで、ロータコア24とステータコア25との同軸精度を確保している。

【0026】以上のように構成した回転角検出装置は、図4に示す位置（以下、この位置のロータコア24の回転角を0°とする）では、磁気回路が、永久磁石27の上側部→ステータコア25の上側部→磁束検出部37→ステータコア25の下側部→永久磁石27の下側部→ロータコア24→永久磁石27の上側部の経路で形成され、永久磁石27の磁束が、ステータコア25の上側部から下側部に流れる（以下、この磁束の流れ方向を正方向とする）。そして、スロットルバルブ等の被検出物の回転に伴ってロータコア24が回転すると、磁束の一部がステータコア25の下側部から上側部（反対方向）に流れ、これが磁束検出部37で正方向に流れる磁束と打ち消し合うため、磁束検出部37では、正方向に流れる磁束量Φ1とその反対方向に流れる磁束量Φ2との差に相当する磁束量（Φ1－Φ2）が流れる。

50 【0027】この場合、ロータコア24の回転角が0～180°の範囲では、回転角に応じて正方向の磁束量Φ

1が減少し、反対方向の磁束量 $\Phi 2$ が増加するため、図5に示すように、回転角が $0 \sim 180^\circ$ の範囲では、回転角に応じて磁束検出部37を通過する磁束密度が減少する。この際、回転角が 90° の位置で、正方向の磁束量 $\Phi 1$ と反対方向の磁束量 $\Phi 2$ とが同じになり、両者が打ち消し合って磁束検出部37の磁束密度が0となる。その後、回転角が $180^\circ \sim 360^\circ$ になると、回転角に応じて正方向の磁束量 $\Phi 1$ が増加し、反対方向の磁束量 $\Phi 2$ が減少するため、回転角に対する磁束検出部37の磁束密度の変化の勾配が $0 \sim 180^\circ$ の場合と反対となる。

【0028】このように、ロータコア24の回転角に応じてステータコア25の磁束検出部37を通過する磁束密度（ホールIC31に鎖交する磁束密度）が変化し、この磁束密度に応じてホールIC31の出力が変化する。制御回路（図示せず）は、ホールIC31の出力を読み込んでロータコア24の回転角（被検出物の回転角）を検出する。

【0029】以上説明した実施形態（1）では、ホールIC31を配置する磁束検出部37の両側に大ギャップ部38を形成したので、ステータコア25を流れる磁束を磁束検出部37に集中させて、磁束検出部37を通過する磁束密度を大きくすることができる。これにより、磁束検出部37に配置したホールIC31のホール素子に鎖交する磁束密度を大きくすることができ、ホールIC31のホール素子の出力を大きくすることができる。本発明者らの実験結果によれば、図11に示すように、直径全長にわたって一定幅の磁束検出ギャップ14を形成した従来構成と比較して、本実施形態（1）では、大ギャップ部38による磁束集中効果によってホールIC31のホール素子の出力を約1.3倍に増大できることが確認された。

【0030】この結果、ホールIC31のホール素子の出力の増幅率を小さくすることが可能となり、温度変化によるホール素子の出力変化の影響を小さく抑えることができ、回転角の検出精度を向上することができる。しかも、ホール素子の出力信号の増幅率が小さくなれば、その分、ホールIC31の信号増幅回路の構成を簡素化することができ、ホールIC31の低コスト化が可能となる。

【0031】また、本実施形態（1）では、ステータコア25の中央部に磁束検出部37を形成し、その両側にそれぞれ大ギャップ部38を形成したので、磁束検出部37の両方向から均等に磁束を集めることができ、ステータコア25を流れる磁束を効率良く磁束検出部37に集中させることができる。

【0032】しかも、大ギャップ部38は、ステータコア25の外周側でギャップG4が狭くなるように形成されているので、ステータコア25の外周面（磁束を受ける面）の面積を広くすることができる。これにより、永

久磁石27からの磁束をより多くステータコア25に流すことができ、磁束検出部37を通過する磁束（ホールIC31に鎖交する磁束）を更に多くすることができる。

【0033】前述したように、回転角が 90° の位置では、正方向の磁束量 $\Phi 1$ とその反対方向の磁束量 $\Phi 2$ とが同じになり、両者が打ち消し合って磁束検出部37の磁束密度が0となる（図5参照）。仮に、大ギャップ部38のうちのステータコア25外周側のギャップG4を、永久磁石27とステータコア25とのエアギャップG1よりも小さく形成すると、回転角が 90° の付近で、正方向の磁束量 $\Phi 1$ と反対方向の磁束量 $\Phi 2$ がほぼ同じとなる回転角の範囲が広がってしまい、その範囲では、回転角が少し変化しても、磁束検出部37の磁束密度がほぼ0のまま、あまり変化しなくなる。その結果、回転角が 90° の付近で、回転角に対する磁束密度変化特性の直線性（ホールIC31の出力変化特性の直線性）を確保できなくなり、 90° 付近の回転角の検出精度が低下する。

【0034】その点、本実施形態（1）では、大ギャップ部38のうちのステータコア25の外周側のギャップG4が、永久磁石27とステータコア25とのエアギャップG1よりも大きく形成されているため、 90° 付近でも、正方向の磁束量 $\Phi 1$ とその反対方向の磁束量 $\Phi 2$ が共に回転角に応じて変化して、磁束検出部37の磁束量（ $\Phi 1 - \Phi 2$ ）が回転角に応じて直線的に変化ようになる（図5参照）。これにより、 90° 付近におけるホールIC31の出力変化特性の直線性が向上し、 90° 付近の回転角の検出特性が向上する。

【0035】また、本実施形態（1）では、大ギャップ部38を円弧状に形成したので、大ギャップ部38周辺で磁束が乱れることなく流れて、磁束検出部37に磁束をスムーズに集中させることができ、磁束検出部37における磁束密度増大効果をより向上させることができる。このような効果は、大ギャップ部38を円弧状以外の曲面状に形成しても、得られる。

【0036】尚、永久磁石や大ギャップ部の形状、ホールICの配置形態等は、図2（b）～（f）に示すように種々の変形例が考えられる。例えば、図2（b）、

（c）の例では、ロータコア24の両側に、2個の円弧状の永久磁石39をステータコア25を挟んで対向するように配置し、更に、図2（c）では、大ギャップ部40をステータコア25の外周側に向って直線的に拡開するように形成している。

【0037】また、ホールIC31は、磁束検出部37に2つ配置しても良く、図2（d）に示すように、磁束検出部37を通る磁束の方向（上下方向）に重ねて配置したり、或は、図2（e）、（f）に示すように、磁束検出部37を通る磁束の方向と直角方向に並べて配列したりしても良い。このようにすれば、2つのホールIC

31のホール素子に鎖交する磁束密度をほぼ同一にすることができ、2つのホールIC31の出力を互いに比較して異常がないか否かを確認しながら回転角を検出することができるように、回転角検出装置の信頼性を向上することができる。

【0038】[実施形態(2)]次に、図6及び図7を用いて本発明の実施形態(2)を説明する。但し、上記実施形態(1)と実質的に同じ部分には、同一符号を付して説明を省略する。

【0039】本実施形態(2)では、ロータコア24と永久磁石27を樹脂でモールド成形することで、被検出物と連結するための回転レバー41が形成され、この回転レバー41のロータコア24のモールド樹脂部がステータコア42の外周に回転自在に嵌合支持されている。この場合、ロータコア24(永久磁石27)の内周側のモールド樹脂部がステータコア42に対する軸受部(摺動部)として機能する。従って、永久磁石27に対するステータコア42外周の磁気的なギャップG1は、モールド樹脂部の厚みによって確保されている。回転レバー41は、ねじりコイルばね43によって所定の回転方向に付勢され、その付勢力によって初期位置まで自動的に復帰するようになっている。

【0040】回転レバー41の中心部には、挿通孔44が形成され、この挿通孔44がステータコア42の左端部に設けられた小径部45に挿通され、この小径部45の先端部に固定されたストッププレート46によって、回転レバー41がステータコア42から抜け止めされている。このストッププレート46と回転レバー41の間には、回転レバー41のスラスト方向の動きを規制するスプリングワッシャ47が挟み込まれている。

【0041】また、図7(a)に示すように、ステータコア42の内部には、直径方向に貫通するギャップ部30が形成されている。本実施形態(2)においても、ギャップ部30の中央部に磁束検出部37が形成されると共に、該磁束検出部37の両側に大ギャップ部38が形成されている。この場合も、前記実施形態(1)と同じく、各大ギャップ部38のギャップG3が磁束検出部37のギャップG2よりも大きく形成され、ステータコア42を流れる磁束が磁束検出部37に集中して流れるようになっている。更に、大ギャップ部38は、ステータコア42の外周側のギャップG4が狭くなるように形成され、且つ、該ギャップG4が永久磁石27とステータコア25とのエアギャップG1よりも大きく形成されている。このようなG1～G4の設定による効果は、前記実施形態(1)と同じである。

【0042】また、図7(a)に示すように、磁束検出部37には、2つのホールIC31が磁束検出部37を通る磁束の方向に重ねて配置されている。或は、図7

(b)に示すように、磁束検出部37にホールIC31を1つのみ配置しても良い。尚、コネクタハウジング3

4には、回転レバー41やロータコア24の周囲を取り囲むように筒状カバー部48が一体に形成されている。また、永久磁石や大ギャップ部の形状、ホールICの配置形態等は、図2(b)～(f)に示すように、種々変更しても良い。

【0043】以上説明した本実施形態(2)においても、前記実施形態(1)と同じく、ホールIC31を配置する磁束検出部37の両側に大ギャップ部38を形成したので、磁束検出部37を通過する磁束密度を大きくして、ホールIC31のホール素子の出力を大きくすることができ、回転角の検出精度を向上できると共に、信号増幅回路の構成を簡素化してホールIC31を低コスト化することができる。その他、前記実施形態(1)と同じ効果を得ることができる。

【0044】[実施形態(3)]次に、図8及び図9を用いて本発明の実施形態(3)を説明する。本実施形態(3)は、前記実施形態(1)と共通する部分が多いので、前記実施形態(1)と実質的に同じ部分には、同一符号を付して説明を省略する。

【0045】本実施形態(3)では、ステータコア49の両側面をテーパ状に形成している。これにより、ステータコア49の外周面の軸方向寸法を永久磁石27よりも大きくして、永久磁石27の内周面全体をステータコア49の外周面に確実に対向させると共に、ステータコア49の軸方向寸法を外周側から磁束検出部50に向かって狭くして、ステータコア49を流れる磁束を軸方向でも磁束検出部50のホールIC31に集中させるようにしている。

【0046】尚、本実施形態(3)では、ステータコア49の磁束検出部50の軸方向寸法をホールIC31の軸方向寸法とほぼ同一に設定しているが、ホールIC31内部のホール素子への磁束の集中度を更に高めるために、磁束検出部50の軸方向寸法をホールIC31の軸方向寸法より狭くしても良い。或は、磁束検出部50の軸方向寸法をホールIC31の軸方向寸法よりも少し大きくしても良い。

【0047】以上説明した実施形態(3)によれば、ステータコア49の両側面をテーパ状に形成したので、ステータコア49の外周面を広くしながら、ホールIC31への磁束の集中度を高めることができる。ステータコア49の外周面を広くすれば、各部件の軸方向の組立誤差や振動により永久磁石27とステータコア49との軸方向の相対位置がずれたとしても、永久磁石27からの磁束をステータコア49の外周面で安定して受けることができ、ホールIC31のホール素子に鎖交する磁束が軸方向の組立誤差や振動で変化することを防止することができる。これにより、軸方向の組立誤差や振動に対しても、安定した出力特性を得ることができ、上述したステータコア49のテーパ形状と大ギャップ部38による磁束集中効果と相俟って、回転角の検出精度を更に向

上することができる。

【0048】尚、本実施形態(3)では、ステータコア49の両側面部をテーパ状に形成したが、片側の側面部のみをテーパ状に形成しても良い。

【0049】[実施形態(4)]次に、図10を用いて本発明の実施形態(4)を説明する。本実施形態(4)は、前記実施形態(2)と共通する部分が多いので、前記実施形態(2)と実質的に同じ部分には、同一符号を付して説明を省略する。

【0050】本実施形態(4)では、ステータコア51 10の左側面の中心部に非磁性材製の軸部53を固定し、この軸部53に回転レバー41を挿通するようにしている。そして、前記実施形態(3)と同じように、ステータコア51の右側面部をテーパ状に形成することで、ステータコア51の外周面の軸方向寸法を永久磁石27よりも大きくして、永久磁石27の内周面全体をステータコア49の外周面に確実に対向させると共に、ステータコア51の軸方向寸法を外周側から磁束検出部52に向かって狭くして、ステータコア51を流れる磁束を軸方向でもホールIC31に集中させるようにしている。この構成により、本実施形態(4)においても、前記実施形態(3)と同じ効果を得ることができる。

【0051】尚、上記実施形態(3)、(4)では、磁束検出部50、52の両側に大ギャップ部38を形成しているが、大ギャップ部38を形成しない構成としても良く、この場合でも、軸方向でのホールIC31(ホール素子)への磁束集中効果によって、回転角の検出精度を向上することができる。

【0052】以上説明した各実施形態(1)～(4)では、永久磁石をステータコアの外周面对向させて、磁束をラジアル方向に通過させるラジアルギャップ型の構成としたが、永久磁石をステータコアに対してアキシャル方向に対向させて、磁束をアキシャル方向に通過させるアキシャルギャップ型の構成としても良い。また、永久磁石をステータコアに対してアキシャル方向に対向させながら、ロータコアに形成した円筒部をステータコアの外周面に近接させて対向させ、該円筒部とステータコアとの間で磁束をラジアル方向に通過させるラジアルギャップ型の構成としても良い。

【0053】[実施形態(5)]上記各実施形態(1) 40～(4)では、永久磁石の磁極面をステータコアの外周面对向させ、永久磁石の磁極面からステータコアに磁束が直接流れるようになっているが、図12乃至図14に示す本発明の実施形態(5)では、ロータコア61に2個の永久磁石62を互いに磁界が反発し合うように設け、各永久磁石62の磁束がロータコア61を通過してステータコア49内に流れるように構成している。以下、この構成を詳細に説明する。

【0054】図12に示すように、ロータコア61は、 50

楕円又は長円形の筒状に形成され、その長径方向の両側に形成された2個の切欠部63に、それぞれ永久磁石62が1個ずつ嵌め込まれて接着等により固定されている。各永久磁石62は、それぞれ平板状に形成され、その両端面にN極とS極が平行着磁されている。2個の永久磁石62は、同じ極性の磁極面をロータコア61の半円弧部分を介して磁氣的に対向させることで、2個の永久磁石62の磁界がロータコア61の内部で互いに反発し合うように配置されている。

【0055】この構成により、図12に矢印で示すように、各永久磁石62のN極から出た磁束は、ロータコア61→ステータコア49→磁束検出部50(ホールIC31)→ステータコア49→ロータコア61の経路で各永久磁石62のS極に戻る。そして、スロットバルブ等の被検出物の回転に伴って、ロータコア61が回転すると、その回転角に応じてステータコア49の磁束検出部50を通過する磁束密度(ホールIC31に鎖交する磁束密度)が図14に示すように変化し、この磁束密度に応じてホールIC31の出力が変化する。

【0056】この場合、ロータコア61を楕円又は長円形に形成して、その長径方向の両側に2個の永久磁石62を配置しているため、ロータコア61とステータコア49との間のギャップが永久磁石62に近付くほど大きくなっている。これにより、ロータコア61の内周側のうちの各永久磁石62の近傍部分には、各永久磁石62の両極とステータコア49との間の磁束の短絡を防止するための大きなギャップ(空隙部)が形成されている。

【0057】また、ロータコア61とステータコア49との間のギャップは、各永久磁石62から離れるに従って徐々に小さくなるため、ロータコア61の内周面からステータコア49の外周面への磁束の流れが永久磁石62に近い場所に偏ることが防止され、ステータコア49への磁束の流れが分散・平均化する。これにより、回転角に対する磁束検出部50の磁束密度の変化特性の直線性が向上する。その他の構成は、前記実施形態(3)と同じである。

【0058】以上説明した実施形態(5)では、ロータコア61に2個の永久磁石62を互いに磁界が反発し合うように設け、各永久磁石62の磁束がロータコア61を通過してステータコア49内に流れるように構成したので、永久磁石62の磁極面でステータコア49との間のエアギャップを形成する必要がなくなり、永久磁石62を製造しやすい形状、着磁しやすい形状である例えば平板状に形成することができる。

【0059】このように、平板状の永久磁石62であれば、最も簡単な成形法で、最も簡単な着磁法(平行着磁)で、永久磁石62を製造することができ、製造ばらつきの少ない高品質の永久磁石62を安価に製造することができる。これにより、永久磁石62の製造ばらつき

に起因するホールIC31の出力誤差を小さくでき、回転角の検出精度を向上できる。

【0060】しかも、ロータコア61の内周側のギャップは、各永久磁石62の近傍部分が大きくなっているため、各磁石27の磁束の短絡を当該ギャップで防止でき、磁束検出部50（ホールIC31）を通過する磁束密度の低下を防止できて、検出精度の低下を防ぐことができる。

【0061】〔実施形態（6）〕上記実施形態（5）では、ロータコア61を楕円又は長円形に形成して、その長径方向の両側に2個の永久磁石62に配置することで、ロータコア61の内周側のうちの各永久磁石62の近傍部分に、磁束短絡防止用の大きなギャップ（空隙部）を形成したが、図15に示す本発明の実施形態（6）では、円筒状のロータコア65の内周側のうちの各永久磁石62の近傍部分に凹状の空隙部66を形成し、この空隙部66で永久磁石62の磁束の短絡を防止するようにしている。従って、本実施形態（6）では、円筒状のロータコア65の内周面とステータコア49の外周面とのギャップは、磁束短絡防止用の空隙部66を除いて均一となっている。その他の構成は、前記実施形態（5）と実質的に同じである。以上説明した実施形態（6）でも、前記実施形態（5）と同じ効果を得ることができる。

【0062】〔実施形態（7）〕図16に示す本発明の実施形態（7）では、円筒状のロータコア67の内周側に凹状の空隙部を形成せず、円筒状のロータコア67の内周面全体が均一のギャップを介してステータコア49の外周面と対向している。その他の構成は、前記実施形態（6）と同じである。

【0063】本実施形態（7）では、ステータコア49の磁束検出部50の両側部に形成した大ギャップ部38が、ステータコア49を流れる磁束を磁束検出部50に集中させる役割を果たすと共に、永久磁石62の磁束の短絡を少なくする役割も果たす。これにより、本実施形態（7）でも、2個の永久磁石62の反発磁界を利用して回転角を検出することができる。

【0064】尚、上記実施形態（5）～（7）では、ロータコアの直径方向に対向する位置に2個の永久磁石62を配置したが、ロータコアのうちの磁束の流れる経路中であれば、永久磁石62の位置を適宜変更しても良く、要は、2個の永久磁石62を互いに磁界が反発し合うように設ければ良い。

【0065】また、上記各実施形態（5）～（7）では、磁束の流れる2つの経路にそれぞれ永久磁石62を1個ずつ配置したが、磁界を強くするために、1つの経路に複数の永久磁石を配置し、隣接する永久磁石のN極とS極を対向させるようにしても良い。

【0066】或は、ロータコアに3個以上の磁石を互いに磁界が反発し合うように設け、磁束の流れる経路を3

つ以上形成し、これらの経路の磁束が並行して流れる位置にホールIC（磁気検出素子）を配置するようにしても良い。また、上記実施形態（5）～（7）における永久磁石の形状は、平板状に限定されず、永久磁石の配置場所や配置スペースに応じて、製造しやすい適宜の形状に形成すれば良い。また、各永久磁石の大きさはそれぞれ異なっても良い。

【0067】また、上記各実施形態（5）～（7）は、被検出物の回転軸22にロータコアを直結する構成であるが、図6又は図10と同じように、ロータコアをモールド成形して形成した回転レバーを任意の被検出物と連結できるように構成しても良い。

【0068】また、上記各実施形態（5）～（7）では、磁束検出部の磁束密度を検出する磁気検出素子としてホールIC31を用いたが、ホールIC（ホール素子）に代えて、磁気抵抗素子等を用いるようにしても良い。また、磁束検出部の片側のみに大ギャップ部を形成しても良く、この場合、磁束検出部の位置を他方側にずらしても良い。

【0069】その他、本発明は、スロットルバルブの回転角検出装置に限定されず、種々の回転体の回転角検出装置に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態（1）を示す回転角検出装置の縦断面図

【図2】（a）～（c）は、それぞれ永久磁石や大ギャップ部の形状、ホールICの配置形態の異なる方法を示す図1のA-A断面図

【図3】図1のB-B断面図

【図4】磁束の流れを示す図

【図5】実施形態（1）のロータコア回転角に対する磁束検出部の磁束密度の変化特性を示す図

【図6】本発明の実施形態（2）を示す回転角検出装置の縦断面図

【図7】（a）と（b）はそれぞれホールICの異なる配置方法を示す図6のC-C断面図

【図8】本発明の実施形態（3）を示す回転角検出装置の縦断面図

【図9】図8のD-D断面図

【図10】本発明の実施形態（4）を示す回転角検出装置の縦断面図

【図11】従来の回転角検出装置を説明するための断面図

【図12】本発明の実施形態（5）におけるロータコア、永久磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図13】実施形態（5）の回転角検出装置の縦断面図

【図14】実施形態（5）のロータコア回転角に対する磁束検出部の磁束密度の変化特性を示す図

【図15】本発明の実施形態（6）におけるロータコア、永久磁石、ステータコアの配置関係を示す図

15

【図16】本発明の実施形態(7)におけるロータコア、永久磁石、ステータコアの配置関係を示す図

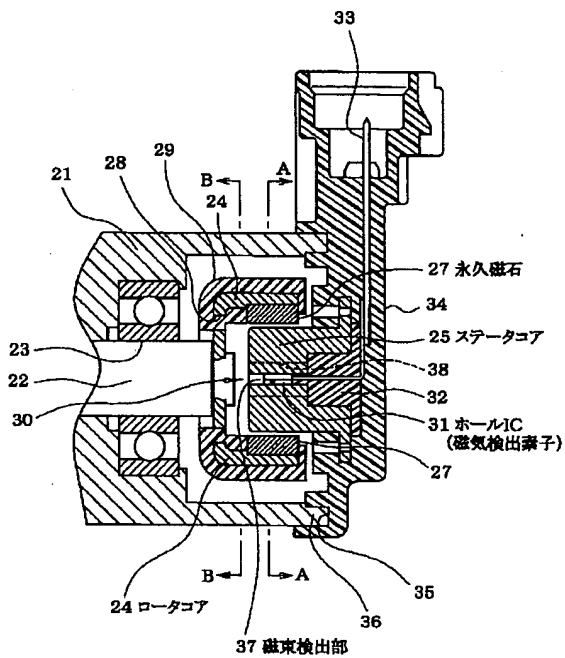
【符号の説明】

21…本体ハウジング、22…回転軸、24…ロータコア、25…ステータコア、27…永久磁石、30…ギャップ部、31…ホールIC(磁気検出素子)、37…磁束検出部、38…大ギャップ部、39…永久磁石、40*

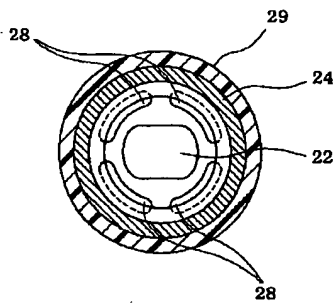
16

*…大ギャップ部、41…回転レバー、42…ステータコア、43…ねじりコイルばね、47…スプリングワッシャ、49…ステータコア、50…磁束検出部、51…ステータコア、52…磁束検出部、61…ロータコア、62…永久磁石、65…ロータコア、66…磁束短絡防止用の空隙部、67…ロータコア。

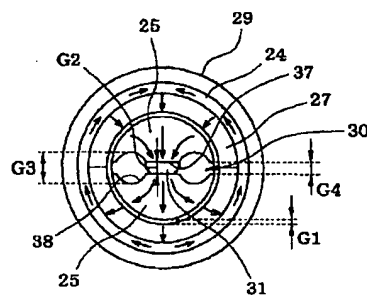
【図1】



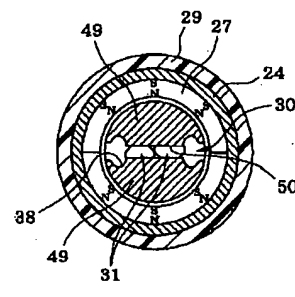
【図3】



【図4】

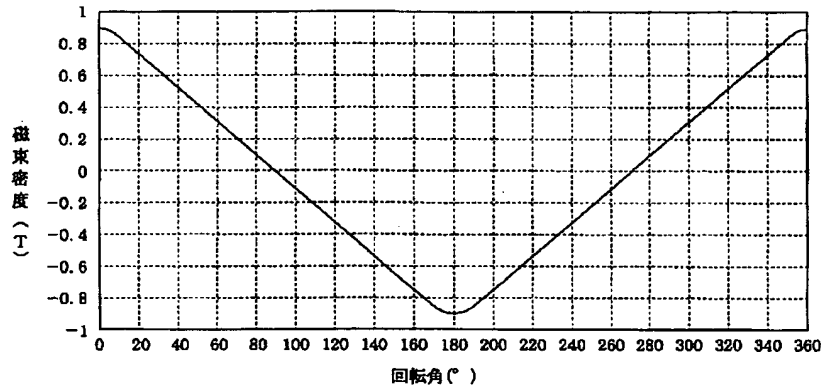


【図9】

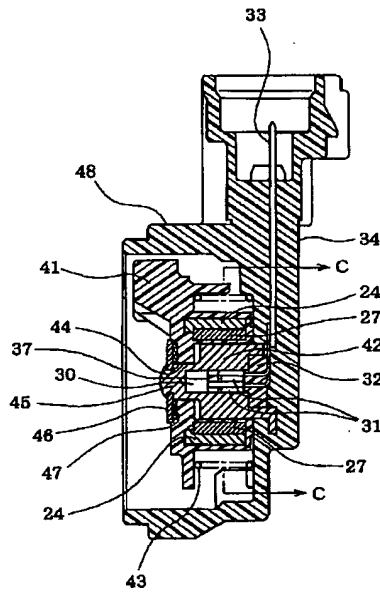


→ は磁束の流れを示す

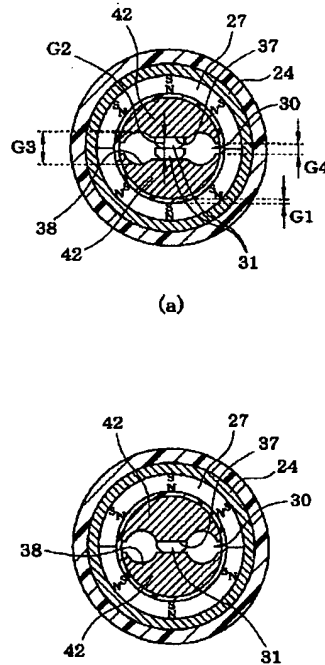
【図5】



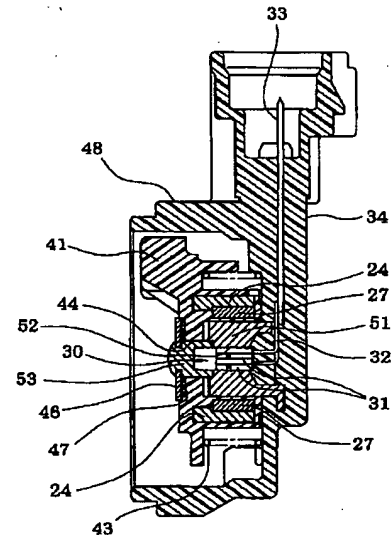
【図6】



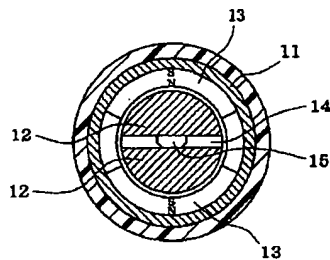
【図7】



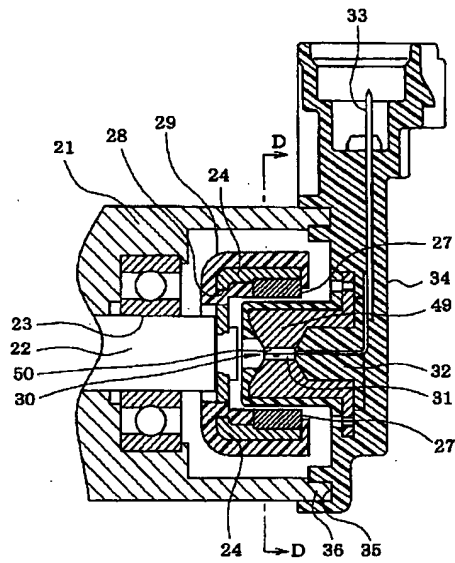
【図10】



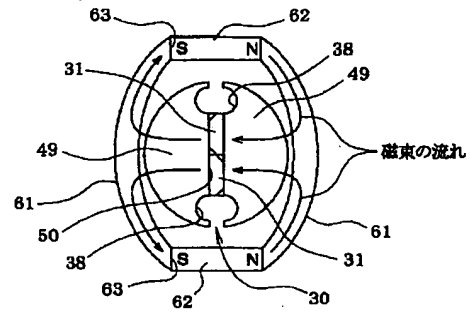
【図11】



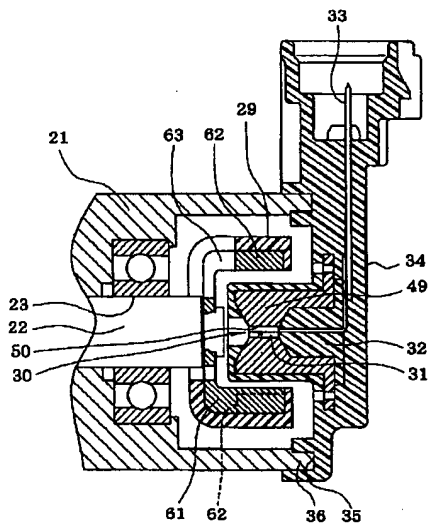
【图 8】



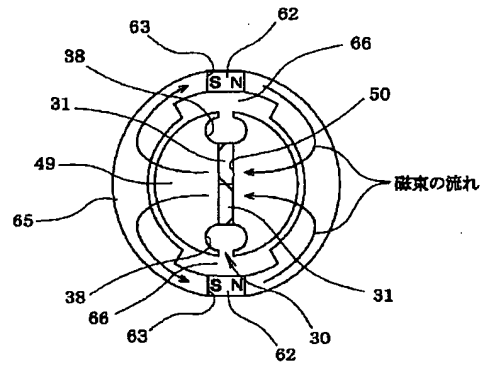
【図 12】



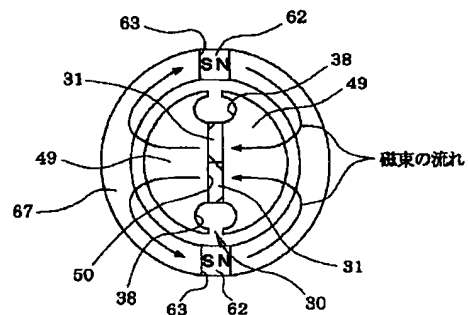
【図 13】



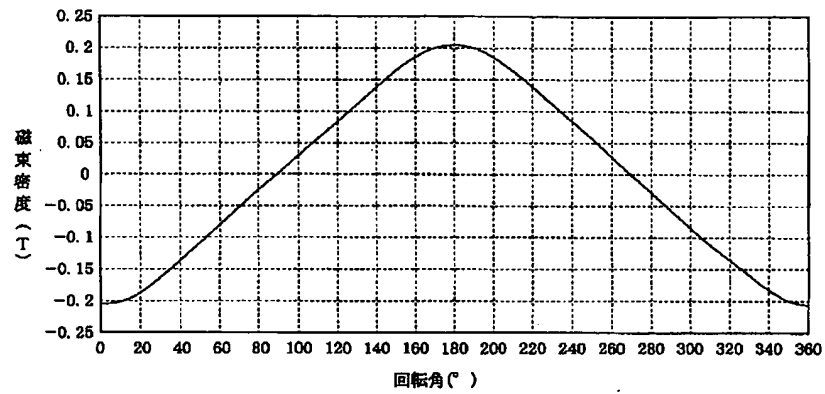
【図 15】



【図 16】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 禎之
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

Fターム(参考) 2F063 AA35 BA06 CA08 CA40 DA05
EA03 GA52 KA01
2F077 CC02 JJ01 JJ08 JJ23 QQ01
VV02